

Pesquisas em Geociências

<http://seer.ufrgs.br/PesquisasemGeociencias>

O Magmatismo Granítico da Região Oriental do Escudo Sul-rio-grandense. Uma Revisão

José Carlos Frantz, Lauro Nardi

Pesquisas em Geociências, 19(2): 183-189, Set./Dez., 1992.

Versão online disponível em:

<http://seer.ufrgs.br/PesquisasemGeociencias/article/view/21310>

Publicado por

Instituto de Geociências



Portal de Periódicos
UFRGS

UNIVERSIDADE FEDERAL
DO RIO GRANDE DO SUL

Informações Adicionais

Email: pesquisas@ufrgs.br

Políticas: <http://seer.ufrgs.br/PesquisasemGeociencias/about/editorialPolicies#openAccessPolicy>

Submissão: <http://seer.ufrgs.br/PesquisasemGeociencias/about/submissions#onlineSubmissions>

Diretrizes: <http://seer.ufrgs.br/PesquisasemGeociencias/about/submissions#authorGuidelines>

Data de publicação - Set./Dez., 1992.

Instituto de Geociências, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, RS, Brasil

O Magmatismo Granítico da Região Oriental do Escudo Sul-rio-grandense. Uma Revisão

JOSÉ CARLOS FRANTZ E LAURO V. S. NARDI

CPGq, Instituto de Geociências, UFRGS, Caixa Postal 15001, CEP 91501-970, Porto Alegre, RS, Brasil

(Recebido em 12/06/92. Aceito para publicação em 19/01/93.)

Abstract — The oriental part of the Sul-rio-grandense Shield is dominated by granitic rocks which have been classified in three phases according to their association to the two major tectonic events registered in this area. The initial one is marked by a low-angle foliation, with E-W transport and amphibolite facies metamorphism. Its age is supposedly related to the Brasiliano Cycle, and it is made up of tonalites, granodiorites, and in minor amounts trondhjemitic and granites. The second tectonic event is registered as transcurrent SW-NE shear zones with transport along this same direction and shows a green schist facies metamorphism. The related magmatism is composed mainly of calc-alkaline granites and peraluminous granites produced by crustal melting. The final magmatic phase is affected only by transcurrent tectonic reactivations, or by tractive events, and is made up of calc-alkaline granites evolving up to alkaline types of post-orogenic character. Major and trace-element evidence is consistent with the association of this magmatism to the evolution of a continental magmatic arc in a tectonic setting similar to that, for instance, of the Sierra Nevada batholith. The differentiation of this mostly mantle-derived magmatic was probably dominated by mineral fractionation processes and contamination by liquids and crustal rocks. The presence of ore deposits and intense hydrothermal transformations are suggestive of a significant ore potential.

Resumo — A porção oriental do Escudo Sul-rio-grandense é constituída por rochas granitóides que têm sido agrupadas em três fases segundo sua relação com os dois principais eventos tectônicos registrados na área. O primeiro é marcado por folheações de baixo ângulo, com transporte segundo EW e metamorfismo de facies anfibolito. Sua idade é supostamente brasileira e é acompanhada por um magmatismo cálcico-alcálico onde predominam composições tonalíticas-granodioríticas, incluindo ainda trondhjemitos e granitos. O segundo evento tectônico é marcado pelo desenvolvimento de zonas de cisalhamento transcorrente de direção e transporte SW-NE. O magmatismo associado é constituído principalmente por rochas graníticas cálcico-alcálicas e granitóides peraluminosos produzidos por fusão crustal. Uma fase final de magmatismo granítico registra apenas reativações da tectônica transcorrente, ou evidências de uma tectônica trativa, e é composta por granitos muito diferenciados de afinidade cálcico-alcálica que evoluem para granitos alcalinos de caráter pós-orogênico. A evolução litoquímica do magmatismo granítico sugere sua associação com a evolução de um arco magmático desenvolvido sobre margem continental em um contexto tectônico similar, por exemplo, ao do batólito de Sierra Nevada. A diferenciação do magmatismo, possivelmente de derivação mantélica, foi dominada por mecanismos de fracionamento mineral e contaminação por líquidos ou rochas crustais. A presença de depósitos minerais e intenso hidrotermalismo sugerem uma considerável potencialidade do ponto de vista metalogênico.

INTRODUÇÃO

A região oriental do Escudo Sul-rio-grandense foi entendida historicamente como constituída por terrenos migmatíticos seccionados por intrusões graníticas isoladas. Esta interpretação foi mantida até a década de 1980, quando trabalhos de mapeamento geológico mais detalhados apontaram-na como essencialmente granítica de afinidade cálcico-alcálica e alcalina. Jost (1981) sugeriu que grande parte desta região constituía um arco magmático relacionado com a Orogênese Brasileira. Esta idéia foi desenvolvida subsequentemente por diversos autores como Fragoso-César (1982), Issler (1983) e Frantz & Remus (1986), entre outros. Recentemente, dados geoquímicos tem apontado o magmatismo granítico, dominante nesta região, como típico de arco magmático desenvolvido sobre crosta continental (Nardi, 1990; Figueiredo *et al.*, 1990; Frantz & Nardi, 1992), sucedido por magmatismo granítico alcalino pós-orogênico descrito por Almeida *et al.* (1990) e Phillip *et al.* (1992).

A presente revisão engloba fundamentalmente os dados de Frantz & Remus (1986), Fernandes *et al.*

(1990), Frantz & Nardi (1992), Nardi & Frantz (em preparação), Almeida *et al.* (1990) e Phillip *et al.* (1992). Do ponto de vista geotectônico e evolutivo considera-se com especial atenção os trabalhos de Frantz & Remus (1986), Figueiredo *et al.* (1990) e Frantz & Nardi (1992). Do primeiro, por fundamentar-se em mapeamento geológico e sugerir uma subdivisão considerando também critérios estruturais, foi adotada a classificação em fases 1, 2 e 3, referendada por Phillip (1990) descrevendo os granitóides dessa mesma região (Fig. 1).

Os granitóides da Fase 1 (Frantz & Remus, 1986) mostram os efeitos de metamorfismo da facies anfibolito e deformação (D1), com transporte dominante E-W (Fernandes *et al.*, 1990). Os da Fase 2 são submetidos à deformação (D2) ao longo de zonas de transcorrência SW-NE, gerando faixas miloníticas, enquanto os granitóides da Fase 3 registram os efeitos tardios da deformação D2 (Fernandes *et al.*, 1990) ou são pós-cinmáticos.

Superpondo-se ao final da Fase 3, granitos alcalinos e diques associados, típicos de faixas móveis já estabilizadas, são descritos e classificados como anorogênicos por Almeida *et al.* (1990). Frantz & Nardi (1992), no entanto, consideram os granitóides da Fase 1 como

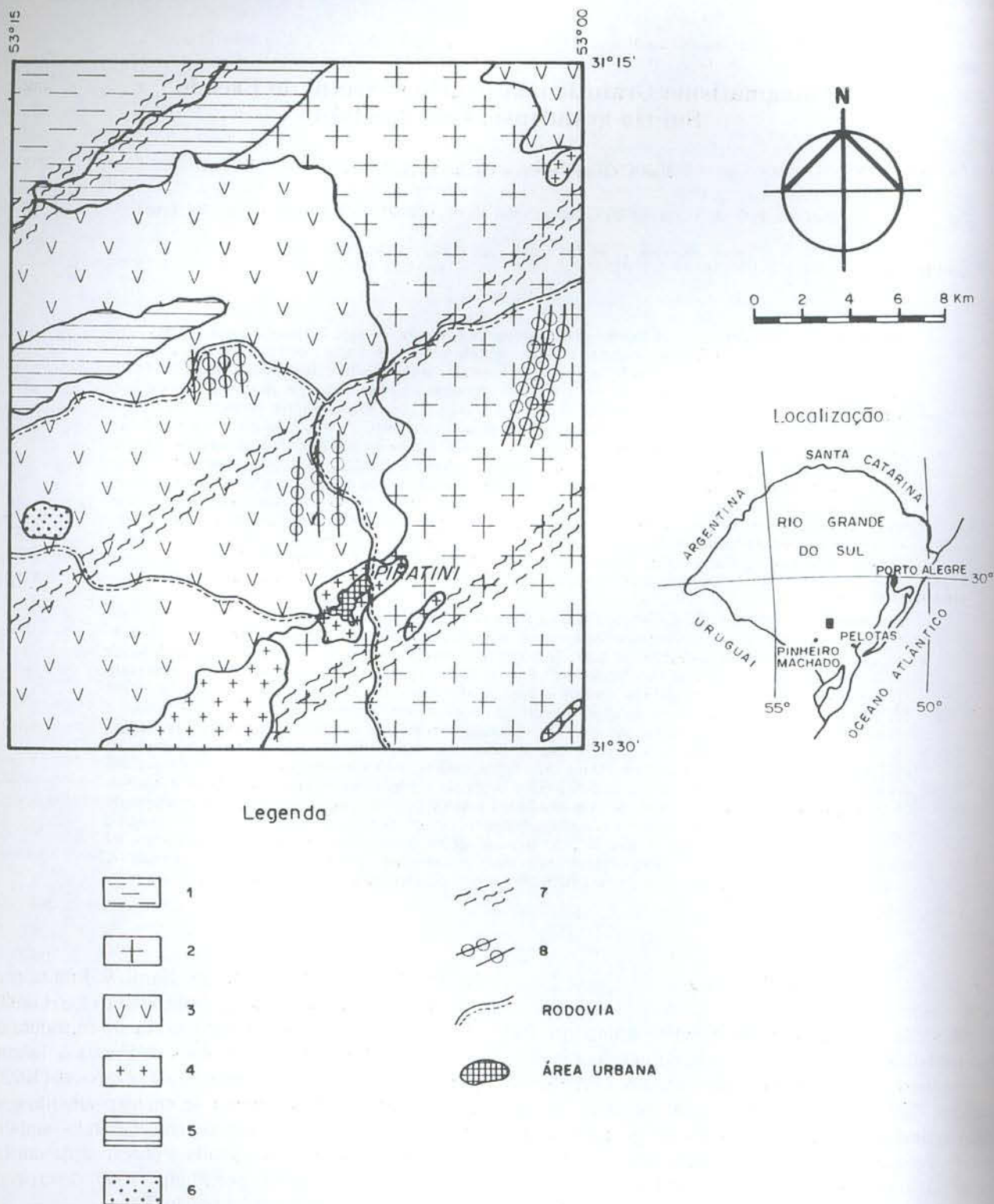


Figura 1 — Esboço geológico da região de Piratini: 1. Suíte Metamórfica Porongos; 2. granitóides cálcico-alcalinos da Fase 1; 3. granitóides cálcico-alcalinos da Fase 2; 4. granitóides cálcico-alcalinos da Fase 3; 5. granitóides de fusão crustal; 6. granitóides alcalinos; 7. faixas miloníticas; 8. diques alcalinos.

sin-orogênicos, os da Fase 2 como tardi-orogênicos e os da Fase 3, incluindo-se os alcalinos, como pós-orogênicos.

Dados radiométricos Rb-Sr (Soliani Jr., 1986) sugerem uma idade de 850 Ma para o evento metamórfico associado a D1, 780 Ma para D2 e 570-540 Ma para alguns dos granitos pós-cinemáticos. Dados radiométricos de Sm-Nd e Pb-Pb referidos por Mantovani *et al.* (1987) registram idades variáveis de 1,4 a 1,7 Ga para algumas rochas desta região, interpretadas como per-

tencentes a um cinturão de idade intermediária separando terrenos Arqueanos e Brasilianos ou, ainda, estas idades representariam mistura de material arqueano retrabalhado junto as margens do Cinturão Brasiliano.

As rochas granitóides da região leste do Escudo Sul-rio-grandense, subdivididas em três fases distintas de geração com base nas composições petrográficas e estilos deformacionais, foram agrupadas segundo suas idades relativas e arranjos estratigráficos.

Embora interpretando tais rochas como um conjunto principal de diferenciados cálcico-alcalinos, Frantz & Remus (1986) sugeriram que alguns dos granitóides da Fase 2 poderiam ter sua origem como granitos de fusão crustal enquanto outros da Fase 3 pertenceriam a uma série granítica alcalina. A caracterização litoquímica de cada uma destas fases, no entanto, somente foi possível a partir de Frantz & Nardi (1992), com relação aos granitóides cálcico-alcalinos, Nardi e Frantz (em preparação), com relação aos granitos de fusão crustal e, Almeida *et al.* (1990) e Phillip *et al.* (1992), com relação aos granitos alcalinos.

GRANITOS CÁLCICO-ALCALINOS

Características Gerais

A evolução das rochas granitóides pertencentes a série cálcico-alcalina, na região leste do Escudo Sul-riograndense, mostra uma variação composicional, química e mineralógica, e de controles estruturais ao longo das fases de formação.

Granitóides da Fase 1

Os granitóides desta fase são rochas onde domina a cor cinza com textura média e composições tonalítico-granodioríticas. Variações de cor, textura e composição podem ser observadas em caráter local, com a presença de tipos litológicos de cor cinza mais claro ou mais escuro, textura mais fina ou grossa porfírica e composições ora trondhjémicas ou dioríticas, ora monzograníticas.

A mineralogia destas rochas é representada por variações percentuais entre plagioclásio, quartzo, feldspato potássico e biotita e/ou hornblenda, como minerais principais. Muscovita, esfeno, alanita, magnetita, apatita e zircão ocorrem como os acessórios mais importantes e em quantidades variáveis. Esta mineralogia mostra evidências de recristalização acentuada, com alguns locais indicando a presença de arranjos granoblásticos e efeitos de um metamorfismo que atingiu condições da fácies anfibolito.

O evento deformacional tangencial (D1) imposto sobre as rochas desta Fase 1 geram estruturas de baixo ângulo com vergência principal para W-NW, como bandamentos composicionais descontínuos, folheações e lineações bem definidas, não raro segundo orientação espacial idêntica a de estruturas de fluxo magmático.

As estruturas de fluxo são bastante evidenciadas em locais onde a presença de enclaves é abundante. Estes, mostram composições dominantes dioríticas, embora seja comum a presença de enclaves anfibolíticos (hornblenda + plagioclásio), aluminosos (silimanita + espinélio + granada + K-feldspato) e quartzo-feldspáticos (K-feldspato + plagioclásio + quartzo + biotita).

Granitóides da Fase 2

Os corpos graníticos desta fase estão representados por tipos litológicos de cor rosa, textura porfírica a porfiroblástica grossa a média e composição dominan-

te monzogranítica. Variações locais de cor, textura e composição podem ser observadas.

A mineralogia principal dos granitóides da Fase 2 é constituída por quartzo, feldspato potássico, plagioclásio, biotita e/ou hornblenda, acompanhada por esfeno, alanita, magnetita, zircão e apatita como acessórios. A presença de enclaves é localizada, com a predominância de composições granitóides similares às das rochas da Fase 1. Recristalizações são observadas com frequência gerando arranjos miloníticos e evidências da ação de um metamorfismo da facies xistos verdes.

As rochas granitóides desta fase foram geradas e tiveram seu posicionamento controlado, durante a evolução de um evento deformacional transcorrente (D2). Estruturas de alto ângulo, com direção principal N-NE, como folheações e bandamentos composicionais, além de lineações de estiramento e dobramentos assimétricos, são desenvolvidas ao longo de faixas miloníticas de espessura variável e expressão regional.

Granitóides da Fase 3

Os granitóides desta Fase 3 são constituídos por tipos petrográficos de cores cinza e rosa, com textura média a fina onde predominam os termos hipidiomórficos. Sua composição principal é sienogranítica, embora possa variar entre monzogranitos e feldspato alcalino granitos, com uma mineralogia principal a base de feldspato potássico, quartzo, plagioclásio e biotita. Epidoto, zircão e apatita são os acessórios mais frequentes.

As estruturas impressas sobre os granitos desta Fase 3 de geração, como localizada folheação de borda, lineações de estiramento e brechação, estão relacionadas aos mecanismos de posicionamento dos corpos ou mesmo a reativações das estruturas regionais de cisalhamento transcorrente.

A caracterização petrológica dos diferenciados cálcico-alcalinos, ao longo das três fases de geração de rochas granítica, desde composições menos diferenciadas como as tonalítico-granodioríticas da Fase 1, até as mais evoluídas da Fase 3, parecem indicar a presença de um sistema cuja origem e evolução foram comuns.

Dados neste sentido têm sido apresentados desde o trabalho de Frantz & Remus (1986) onde estes autores, utilizando o diagrama proposto por Lameyre & Bowden (1982) (Fig. 2), sugerem uma evolução segundo uma tendência cálcico-alcalina normal ou granodiorítica.

Litoquímica

Os elementos maiores e traços, analisados e discutidos por Frantz & Nardi (1992) para as três fases de granitóides cálcico-alcalinos, sugerem similaridade nos padrões observados e na evolução dos magmas considerados.

Variações progressivas de elementos são observadas para as três fases, ao longo de um intervalo de SiO_2 situado entre 61 e 78%. Neste caso, é identificado o decréscimo regular de Al_2O_3 , CaO , TiO_2 , MnO , FeO e MgO , inclusive com os dois últimos definindo um padrão similar ao das rochas intrusivas de arcos magmáticos de afinidade cálcico-alcalina no diagrama FMA

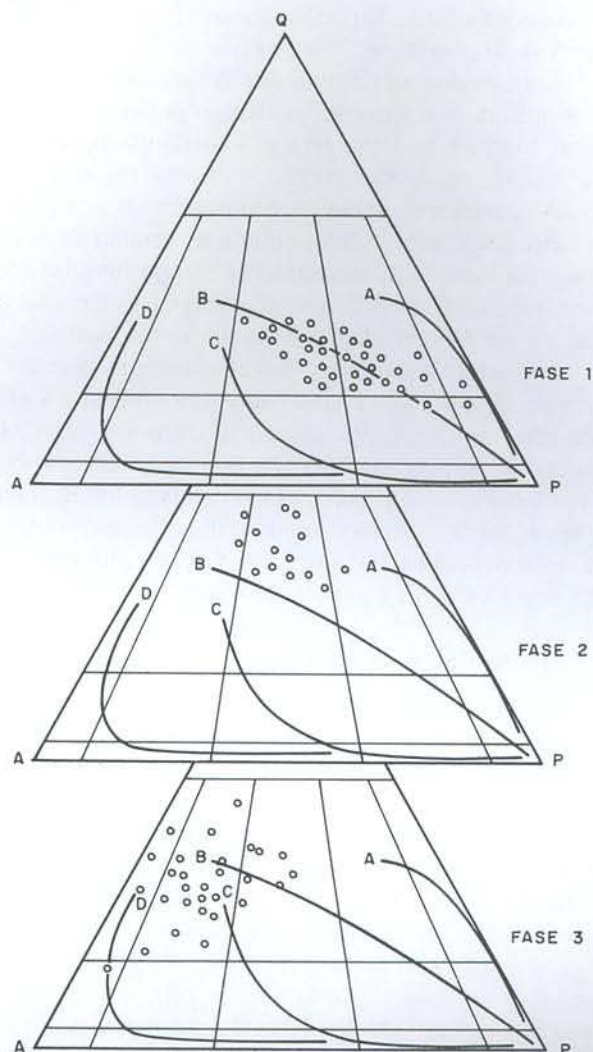


Figura 2 — Representação dos granitóides das fases 1, 2 e 3 no diagrama QAP em relação aos *trends* definidos por Lameyre & Bowden (1982): A - tonalítico; B - granodiorítico; C - monzonítico; D - alcalino.

(Brown, 1981) (Fig. 3), o que é corroborado pela proporção entre cálcio e álcalis indicando a mesma afinidade (Fig. 4).

Por outro lado, os valores de K_2O e de P_2O_5 evidenciam que este evento cálcico-alcalino, notadamente nas fases 2 e 3, foi rico em potássio. A utilização de razões com K_2O , principalmente em relação a SiO_2 , como no diagrama de Rogers & Greenberg (1981) da Figura 5, ressaltam a similaridade das rochas desta região com as intrusivas que compõem o Batólito de Sierra Nevada.

As elevadas concentrações de Ba, Sr, Rb e Zr, nesses granitos, podem ser comparadas aos padrões conhecidos para áreas orogênicas desenvolvidas sobre margem continental espessa ou aos padrões de arcos magmáticos de grande maturidade. Os elementos terras raras (ETR), indicando forte similaridade de comportamento para as três fases, apresentam fracionamento das terras raras pesadas em relação as leves (CeN/YbN próximo de 15) e fracas anomalias negativas de Eu sugerindo configurações compatíveis com as da série cálcico-alcalina médio a alto-K (Fig. 6).

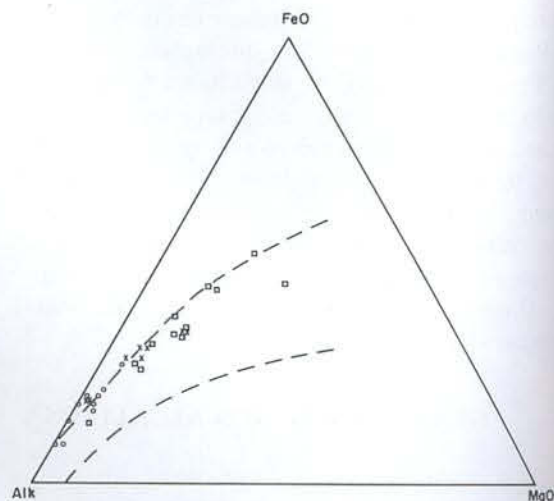


Figura 3 — Granitóides das fases 1 (quadrado), 2 (cruz) e 3 (círculo), representados no diagrama FMA (Brown, 1981), com os limites do campo correspondente aos granitóides de ambientes compressivos.

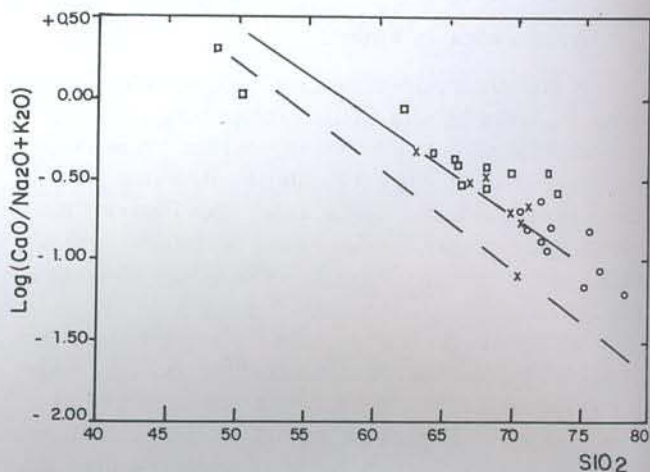


Figura 4 — Granitóides das fases 1 (quadrado), 2 (cruz) e 3 (círculo), representados no diagrama de Brown (1981), comparados ao limite inferior do campo dos granitóides de ambientes compressivos (linha cheia) e ao *trend* do arco da Nova Guiné (linha tracejada).

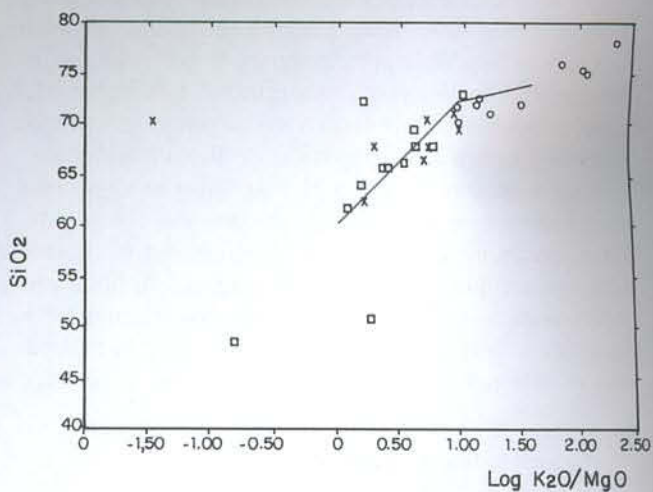


Figura 5 — Granitóides das fases 1 (quadrado), 2 (cruz) e 3 (círculo), representados no diagrama de Rogers & Greenberg (1981), em relação ao *trend* do Batólito de Sierra Nevada (linha cheia).

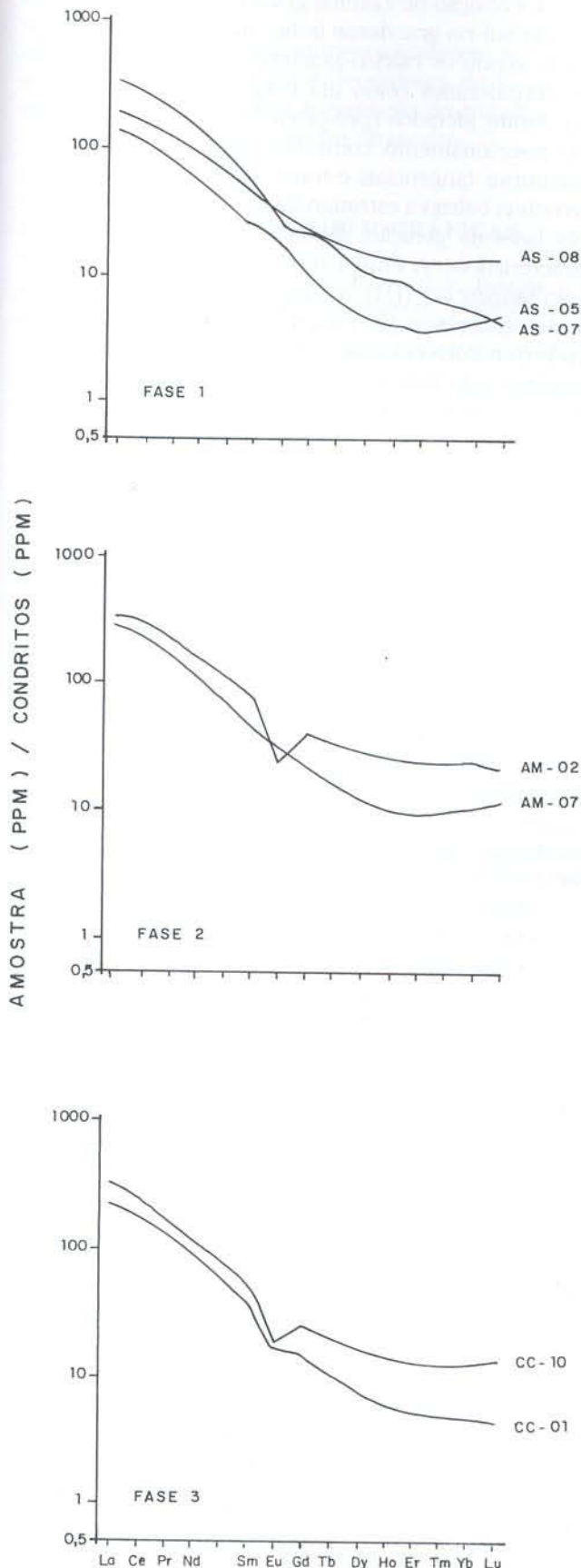


Figura 6 — Padrões de Elementos Terras Raras representativos das três fases de geração de granitóides cálcico-alcalinos, conforme Frantz & Nardi (1992), normalizados pelo padrão condrítico de Haskin *et al.* (1968).

Características Gerais

Os leucogranitos a duas micas descritos e denominados de Granito Cordilheira por Picada (1965) representam corpos alongados de pequenas dimensões, alojados ao longo de faixas regionais de cisalhamento de direção geral NE, com a distribuição preferencial das intrusões ocorrendo internamente às faixas miloníticas.

O Granito Cordilheira é caracterizado por corpos de composição principal sienogranítica a monzogranítica, cor rosa, textura média e tendência porfirítica. A mineralogia essencial destas rochas é à base de quartzo, feldspato potássico e plagioclásio, com muscovita como o principal mineral varietal e acompanhada por quantidades subordinadas de biotita. Seus acessórios mais importantes são turmalina, granada, apatita, zircão, esfeno e fluorita. Granada e turmalina, em alguns casos, podem constituir-se em minerais varietais juntamente com a muscovita.

As feições estruturais mais importantes impressas sobre o Granito Cordilheira estão representadas por uma folheação milonítica sub-vertical de direção NE, marcada por muscovita e/ou biotita e por uma lineação de estiramento sub-horizontal definida por quartzo e feldspatos, além de bandamento irregular localizado.

Estas feições, similares às detectadas por Fernandes *et al.* (1990) em área mais a norte para corpos sin-D2, permitiram a Frantz e Remus (1986) incluir estes granitóides como estratigraficamente pertencentes à Fase 2 (sintranscorrência) e interpretá-los como tardi-orogênicos (Frantz & Nardi, 1992).

Litoquímica

As rochas pertencentes a esta unidade têm um intervalo de SiO_2 variável de 71,55 a 77,68% e são corindon normativo com valores situados entre 0,19 e 4,42%, abaixo daqueles considerados típicos para fusão parcial de metapelitos (Miller, 1985). Seus conteúdos de elementos maiores, traços e elementos terras raras (ETR) apresentam padrões compatíveis aos apresentados por granitos hercínios (Neiva & Gomes, 1991; Strong & Hanmer, 1981) e por leucogranitos peraluminosos do Himalaia (Searle & Fryer, 1986).

As amostras do Granito Cordilheira calculadas para o sistema $\text{Qz-Ab-Or-An-H}_2\text{O}$, proposto por Winkler (1983), têm sua distribuição centrada no campo das mínimas fusões a 5 kb de pressão de água. Estas composições, segundo Winkler (1983), são diagnósticas de granitos gerados por fusão de metasedimentos na Orogênese Damara.

Os valores detectados para elementos traços são compatíveis com aqueles de rochas geradas por fusão de crosta, notadamente os baixos teores de Ba e Sr, as elevadas razões Rb/Zr e os baixos conteúdos em ETR. Além disto, a freqüente presença de um padrão côncavo de distribuição entre as ETR pesadas é consistente com líquidos gerados por fusão parcial de rochas contendo hornblenda (Fig. 7). Nardi & Frantz (em preparação) com base em dados químicos e evidências de

campo, como a presença de xenólitos de gnaisses quartzo-feldspáticos com biotita, sugerem que esses granitos podem representar fusões parciais de ortognaisses graníticos, ao longo das zonas de cisalhamento, em regime de elevado gradiente geotérmico.

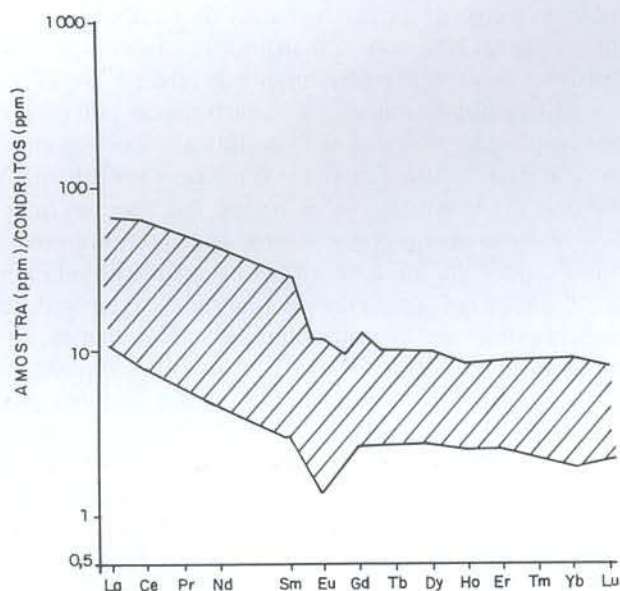


Figura 7 — Campo correspondente aos padrões de ETR, normalizados pelo padrão condritico de Haskin *et al.* (1968), dos granitóides peraluminosos de fusão crustal.

GRANITOS ALCALINOS

Características Gerais

Os granitos de afinidade alcalina são referidos por Almeida *et al.* (1990) e Phillip *et al.* (1992). Constituem intrusões controladas por reativações das zonas de cisalhamento mais antigas, em regime dominante de distensão. O Granito Bela Vista, os granitos da Suite Dom Feliciano e diques riolíticos associados são as manifestações até agora descritas deste magmatismo alcalino e pós-orogênico de acordo com Phillip *et al.* (1992). Enquanto o Granito Bela Vista e diques associados mostram sua peralcalinidade pela presença de anfibólio e piroxênio sódico, a Suite Dom Feliciano inclui leucogranitos e microleucogranitos com biotita e raros anfibólios cálcicos.

Litoquímica

Almeida *et al.* (1990) fundamentados principalmente em dados de elementos maiores consideraram as rochas da Suite Dom Feliciano como de afinidade alcalina. Com base nos parâmetros R1-R2 de Batchelor & Bowden (1985) concluíram por seu caráter anorogênico.

O Granito Bela Vista de acordo com Phillip *et al.* (1992) possui quimismo tipicamente peralcalino, sendo classificado como do tipo A e pós-colisional.

Embora os dados relativos aos granitos alcalinos desta região sejam ainda limitados em número, é significativa a similaridade com os tipos incluídos na Suite Intrusiva Saibro (Nardi & Bonin, 1991) da porção ocidental do Escudo Sul-rio-grandense.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A evolução do sistema granítico da região leste do Escudo Sul-rio-grandense indica que os magmas envolvidos, sendo os cálcico-alcalinos os principais, podem ser considerados como um conjunto de diferenciados que foram afetados (pré-cinemáticos) ou que tiveram seu posicionamento controlado por eventos tectono-estruturais tangenciais e transcorrentes. Estes eventos permitem balizar a estratigrafia das rochas graníticas em três fases de geração, segundo estilos deformacionais característicos. A Fase 1 representa os granitóides pré a sin-tangenciais (D1), a Fase 2 engloba os granitóides sin-transcorrência (D2) e a Fase 3 os granitóides tardi a pós-transcorrência. De outra forma, os granitóides sin-orogênicos da Fase 1 podem ser considerados como pré a sin-colisionais, enquanto os tardi-orogênicos da Fase 2 e os pós-orogênicos da Fase 3 como pós-colisionais.

Os dados litoquímicos dos granitóides cálcico-alcalinos das três fases de geração indicam que eles podem fazer parte da mesma evolução, ao longo de uma orogênese desenvolvida sobre margem continental espessa, semelhante ao que ocorreu com o Batólito de Sierra Nevada. A inexistência de dados radiométricos mais conclusivos, no entanto, permite uma segunda hipótese que é a dos granitóides da Fase 1 fazerem parte de um evento anterior mais antigo.

O magmatismo cálcico-alcalino apresenta fortes evidências de que a diferenciação de cada uma das três fases graníticas foi controlada principalmente por mecanismos de cristalização fracionada. Processos de contaminação parecem também estar envolvidos, particularmente no caso dos granitóides da Fase 1.

Os granitóides de fusão crustal, cujo posicionamento estratigráfico é compatível com a Fase 2 de geração, são rochas cuja origem provável está ligada a fusão de gnaisses quartzo-feldspáticos. Os processos de fusão destas seqüências parecem ter ocorrido em regimes de transcorrência comparáveis aos que geraram os granitos da *South Armorian Shear Zone* (Strong & Hamner, 1981).

A granitogênese de afinidade alcalina da porção oriental assemelha-se ao magmatismo alcalino saturado em sílica da região oeste, descrito por Nardi & Bonin (1991). Embora estes granitos alcalinos venham sendo interpretados por alguns autores como anorogênicos, os dados existentes parecem indicar uma compatibilidade maior com um sistema granítico alcalino pós-orogênico.

Os granitóides cálcico-alcalinos, em particular os das fases 1 e 2, apresentam indícios de mineralização sulfetada. A mineralização, constituída por pirita, arsenopirita, calcopirita e rara bornita, é observada como disseminações de baixo teor ou concentrada localizadamente, por remobilização, ao longo dos planos de deformação milonítica nas faixas transcorrentes ou em zonas de contato com diques.

Os granitos de fusão crustal estão acompanhados por intensa alteração hidrotermal, manifestada sobre as intrusões e suas encaixantes, na forma de muscovitização, turmalinização, argilização e graisenização. Es-

ta alteração controla a distribuição da mineralização estanífera da região, representada por cassiterita e, subordinadamente, por wolframita, fluorita e calcopirita.

Agradecimentos — Os autores agradecem ao Centro de Estudos em Petrologia e Geoquímica do IG/UFRGS pela estrutura necessária à execução do trabalho e ao CNPq e FAPERGS pelo auxílio financeiro.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Almeida, D. P. M.; Gomes, M. E. B.; Phillip, R. P.; Robaina, L. E. S. & Pintaúde, D. A. 1990. Contribuição ao conhecimento dos granitóides alcalinos da Suite Dom Feliciano do Batólito Pelotas-Região de Torrinhas, RS. *Acta Geologica Leopoldensia*, **XIII** (31): 60-72.
- Batchelor, R. A. & Bowden, P. 1985. Petrogenetic interpretation of granitoid rock series using multicationic parameters. *Chemical Geology*, **48**: 43-55.
- Brown, G. C. 1981. Calc-alkaline intrusive rocks: their diversity, evolution, and relation to volcanic arcs. In: Thorpe, R. S. (ed). *Andesites*. John Wiley, London. p. 437-460.
- Fernandes, L. A. D.; Tommasi, A. & Porcher, C. C. 1990. Esboço estrutural de parte do Batólito de Pelotas - região de Quitéria-Capivarita. *Acta Geologica Leopoldensia*, **XIII** (30): 117-138.
- Figueiredo, M. C. H.; Fragoso-Cesar, A. R. & Kronberg, B. I. 1990. Litoquímica das principais unidades do Batólito Pelotas no Rio Grande do Sul. *Anais, 36 Congresso Brasileiro de Geologia*, Belém, SBG, 4:1723-1738.
- Fragoso-Cesar, A. R. 1982. Evolução geotectônica do Cinturão Dom Feliciano, uma contribuição através da aplicação do modelo de tectônica de placas. *Anais, XXXII Congresso Brasileiro de Geologia*, Salvador, SBG, 1:13-23.
- Frantz, J. C. & Nardi, L. V. S. 1992. Litoquímica e Evolução de Granitóides Cálcio-alcalinos da Região Leste do Escudo Sul-riograndense. *Pesquisas*, **19** (1): 13-25.
- & Remus, M. V. D. 1986. Geologia da região de Canguçu-Torrinhas, RS - Caracterização Petrográfica, Estrutural e Estratigráfica. *Anais, 34 Congresso Brasileiro de Geologia*, Goiânia, SBG, 2: 931-948.
- Haskin, L. A.; Haskin, M. A. & Frey, F. A. 1968. Relative and absolute terrestrial abundances of the rare earths. In: Ahrens, L. H. (ed). *Origin and distribution of the elements*. Pergamon, Oxford. p. 889-912.
- Issler, R. S. 1983. Evolução crustal da faixa arco-fossa Tijucas e faixa magmática Pedras Grandes: Cráton Dom Feliciano. *Anais, I Simpósio Sul-Brasileiro de Geologia*, Porto Alegre, SBG, 1: 19-31.
- Jost, H. 1981. *Geology and metallogeny of the Santana da Boa Vista region, southern Brazil*. University of Georgia. Tese de Doutorado. 208p.
- Lameyre, J. & Bowden, P. 1982. Plutonic rocks type series: discrimination of various granitoid series and related rocks. *Journal of Volcanology and Geothermal Research*, **14**: 169-186.
- Mantovani, M. S. M.; Hawkesworth, C. J. & Basei, M. A. S. 1987. Nd and Pb isotope studies bearing on the crustal evolution of south-eastern Brazil. *Revista Brasileira de Geociências*, **17**: 263-268.
- Miller, C.F. 1985. Are strongly peraluminous magmas derived from pelitic sedimentary sources? *Journal of Geology*, **93**: 673-689.
- Nardi, L. V. S. 1990. Geoquímica dos Granitóides do Escudo Sul-riograndense. *Resumos, Workshop: Geoquímica Isotópica, Geocronológica e Litogeoquímica das Regiões Sul e Sudeste do Brasil*, São Paulo, SBGq/IG-USP, p. 6-7.
- & Bonin, B. 1991. Post-orogenic and non-orogenic alkaline granite associations: the Saibro Intrusive Suite, southern Brazil — A case study. *Chemical Geology*, **92** (1/3): 197-212.
- Neiva, A. M. R. & Gomes, M. E. P. 1991. Geochemistry of the granitoid rocks and their minerals from Lixa do Alvão-Alfarela de Jales — Turenquinho (Vila Pouca de Aguiar, northern Portugal). *Chemical Geology*, **89**: 305-327.
- Phillip, R. P. 1990. *Petrologia e geoquímica dos granitóides da região de Monte Bonito, RS*. Curso de Pós-Graduação em Geociências, Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Dissertação de Mestrado, 213p.
- ; Almeida, D. P.; Gomes, M. E. B. & Pintaúde, D. A. 1992. Geoquímica do Granito Bela Vista, Piratini, RS: Uma contribuição ao conhecimento do magmatismo alcalino no setor Oriental do Escudo. *Acta Geologica Leopoldensia*. (no prelo).
- Picada, R. S. 1965. Ocorrência de migmatitos, granitos e gnaiss controlados por fraturas regionais-Encruzilhada do Sul - (R. G. S.). *Boletim. Escola de Geologia da Universidade Federal do Rio Grande do Sul*, **14**: 1-59.
- Rogers, J. J. & Greenberg, J. K. 1981. Trace elements in continental-margin magmatism: Part III: Alkali granites and their relationship to cratonization: Summary. *Geological Society of America Bulletin*, **92**: 6-9.
- Searle, M. P. & Fryer, B. J. 1986. Garnet, tourmaline and muscovite bearing leucogranites, gneisses and migmatites of the Higher Himalayas from Zaskar, Kulu, Lahoul and Kashmir. In: Coward, M. P. & Ries, A. C. (eds) *Collision Tectonics*. Geological Society, Special Publication n° 19, London. p. 185-201.
- Soliani Júnior, E. 1986. *Os dados geocronológicos do Escudo Sul-riograndense e suas implicações de ordem geotectônica*. Curso de Pós-Graduação em Geociências, Universidade de São Paulo. Tese de Doutorado. 239p.
- Strong, D. F. & Hanmer, S. K. 1981. The leucogranites of Southern Brittany: origin by faulting, frictional heating, fluid flux and fractional melting. *The Canadian Mineralogist*, **19** (1): 163-178.
- Winkler, H. G. F. 1983. A Survey of Granitic Rocks of the Damara Orogen and Consideration on their Origin. In: Martin, H. & Eder, F. W. (eds) *Intracontinental Fold Belts*. Springer-Verlag, Berlin. p. 817-837.